



# CRITÉRIOS PARA A GESTÃO SUSTENTADA DO BICHADO-DA-CASTANHA



por Dora Aguin Pombo, Gino Angeli, António Miguel Franquinho Aguiar e David Horta Lopes



## 1. RESUMO

O bichado-da-castanha *Cydia splendana* é o único tortricídeo carpófago que ataca os frutos do castanheiro nos arquipélagos dos Açores e da Madeira, causando danos tão elevados que, no caso da Madeira, podem atingir taxas de infestação que ultrapassam os 40 por cento. As características biológicas desta espécie e o seu carácter endocarpófago dificultam a aplicação de meios de luta química tradicional. A luta biotécnica com recurso a feromonas sexuais, juntamente com práticas culturais adequadas, é o método que, até à data tem tido maior sucesso no controlo desta praga. Neste capítulo, focado essencialmente nos resultados obtidos em estudos realizados na Madeira, descreve-se a biologia deste tortricídeo; indicam-se as medidas preventivas e as possíveis medidas de luta através da aplicação de feromonas sexuais. São referidos, igualmente, ainda que de forma sucinta, outros métodos de luta biológica passíveis de virem a ser utilizados no controlo desta praga.

## 2. INTRODUÇÃO

Na Europa, o cultivo do castanheiro está novamente a assumir-se como um importante recurso para muitos povos de montanha. A recuperação da produção tradicional de castanha está estritamente relacionada com a procura crescente de produtos amigos do ambiente, sobretudo nos países europeus altamente industrializados e urbanizados. Os alimentos tradicionais são agora considerados, pelos consumidores, produtos naturais, associando-os mentalmente às paisagens lindas e saudáveis. Esta mudança fundamental na imagem do produto aumentou o seu valor comercial, tornando-o capaz de estimular a recuperação do cultivo de muitas plantações. Por exemplo, em Itália, os castanheiros produtores de "marrons" são das árvores de fruto mais lucrativas das montanhas. Esta nova perspectiva económica, desta velha e tradicional cultura, precisa de ser apoiada por um controlo efectivo dos problemas fitossanitários que em muitos casos lhes são inerentes, através de técnicas capazes de salvaguardar os valores ambientais dos soutos e a qualidade da produção.

Pelos avultados prejuízos que causa, o bichado-da-castanha é uma das pragas mais importante dos castanheiros. São vários os países europeus nos quais os ataques de bichado representam um importante problema fitossanitário: em particular, destacam-se a Espanha,



a França, a Itália e Portugal, onde, em alguns anos, em certas localidades, se podem perder mais de 50 por cento dos frutos produzidos.

São apelidadas de “bichado-da-castanha” três espécies de traças diferentes da Família Tortricidae, as quais provocam danos em alturas diferentes do Verão; facto ao qual fazem referência os seus nomes comuns: tortricídeo do cedo, *Pammene fasciana* (L.), tortricídeo intermédio, *Cydia fagiglandana* (Zeller), e tortricídeo do tarde, *Cydia splendana* (Hübner). O controlo das espécies de bichado é difícil devido fundamentalmente ao facto de terem uma fase adulta curta e um desenvolvimento larvar protegido no interior dos frutos ou no solo, onde se enterram após abandonarem as castanhas. Devido ao seu carácter endocarpófago, a contenção com recurso a métodos químicos não é adequada, além destes serem, em muitos casos, agressivos para o ambiente. Actualmente, a redução do bichado tem incidido no desenvolvimento de meios biotécnicos com recurso a feromonas sexuais.

Na Macaronésia, das três espécies de bichado-da-castanha atrás referidas, apenas é conhecida a *C. splendana*, presente nos arquipélagos dos Açores e da Madeira e recentemente também encontrada nas Canárias. Nestes arquipélagos, está ausente o *Curculio elephas* (Gyllenhal) ou gorgulho da castanha, que, na Europa, em conjunto com as espécies de bichado, ataca os frutos do castanheiro. O presente capítulo apenas foca aspectos práticos da luta biotécnica como meio de controlo de *Cydia splendana*, uma das pragas-chave da cultura do castanheiro na Madeira.

#### **Cx. 1 - Identificação dos danos causados por *Cydia splendana*.**

- Acastanhamento dos ouriços.
- Queda prematura dos ouriços.
- Presença de lagartas esbranquiçadas com 12 a 16 mm de comprimento dentro dos frutos.
- Presença de orifícios de saída na casca dos frutos (1,5 mm).

### **3. DANOS CAUSADOS E FACTORES DE RISCO**

A presença de *Cydia splendana* nos soutos é facilmente detectável, mesmo numa fase precoce, nomeadamente através da cor acastanhada dos ouriços e da queda prematura dos frutos atacados. Posteriormente, aquando da recolha e comercialização dos frutos, os seus danos são bem visíveis através dos excrementos que deixam no interior do fruto e de um orifício de saída, em forma oval, de 1,5 mm de diâmetro, localizado no exterior das castanhas. Externamente, as castanhas atacadas pelo bichado apresentam por vezes uma impressão transversal na base e sulcos salientes, semelhantes a carenas (Cx. 1). Os impactos da praga são nefastos para a qualidade da produção, contribuindo ainda para um aumento



Localidade	Altitude	2004	2005	2006
Curral das Freiras	340-710	32 %	41 %	41 %
Jardim da Serra	1050-1070	13 %	15 %	19 %
Serra de Água	310-350	40 %	38 %	37 %

dos seus custos, pois, requer mão-de-obra para a selecção dos frutos sem bichado (Cx. 1).

Na Madeira, embora a percentagem de castanhas danificadas por *Cydia splendana* seja muito variável consoante as localidades e os anos, nos principais locais de produção de castanha, como o Curral das Freiras e o Jardim da Serra, as perdas podem ultrapassar os 40 por cento da produção (Tab. 1). Estas taxas de infestação mantêm-se elevadas de ano para ano por não serem aplicados, nem tratamentos, nem práticas culturais adequadas, como a remoção dos frutos bichados dos soutos. Quando os frutos atacados não são retirados, as larvas continuam o seu desenvolvimento no interior, aumentando no ano seguinte o risco de infestação.

Os factores que influenciam os níveis de ataque de *Cydia splendana* são pouco conhecidos. A susceptibilidade à praga parece estar relacionada com vários factores, entre os quais se destacam, como mais importantes, a variedade de castanheiro, a presença de hospedeiros secundários, a densidade das diversas espécies de parasitóides e o clima. Também a latitude pode ter influência na escolha do hospedeiro: no sul da Europa, esta espécie ataca mais os frutos dos castanheiros, enquanto, em direcção ao norte, geralmente, infesta mais os frutos das nogueiras e dos carvalhos.

#### 4. CICLO BIOLÓGICO

Durante o seu desenvolvimento, a *Cydia splendana* passa por quatro estados diferentes: ovo, larva, pupa e imago, também designado por traça ou insecto adulto (Cx. 2). Esta espécie, como outras espécies de bichado, apenas tem uma geração por ano, ou seja, é uma espécie univoltina (Fig. 1). Os ovos são depositados nas folhas próximas aos frutos ou, excepcionalmente, na base destes. As larvas jovens (neonatas) entram imediatamente nos ouriços e escavam uma galeria até penetrar no interior do fruto, onde se alimentam e desenvolvem. Durante a fase larvar, a *C. splendana* alimenta-se, sobre

Tab. 1 - Danos médios em percentagem registados em três soutos representativos de cada uma das três localidades de maior produção de castanha na Madeira, em 2004, 2005 e 2006.



Fig. 1 - Ciclo biológico de *Cydia splendana* na Madeira.

**Cx. 2 - Morfologia dos vários estádios de *Cydia splendana*.**

**Ovo**

Oval e achatado, com dimensões de 0.72 x 0.55 mm, inicialmente branco, mas, ao fim de alguns dias, com um anel vermelho-púrpura no centro.

**Larva**

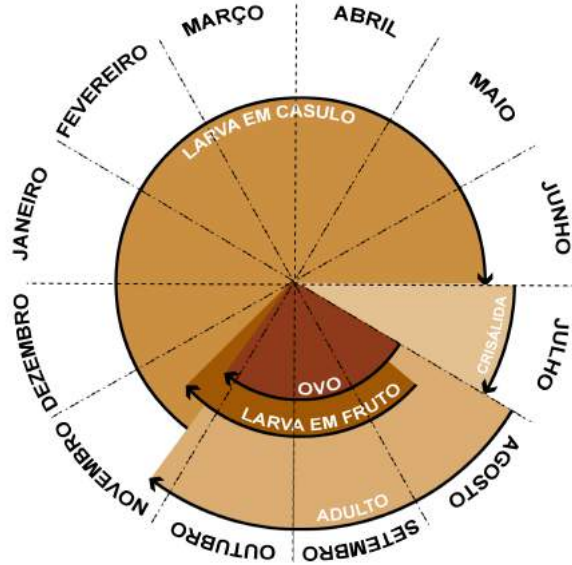
Passa por cinco instares, variando o último de 12 a 16 mm de comprimento; cabeça acastanhada. O corpo branco translúcido nos primeiros instares torna-se amarelo opaco à medida que se vão desenvolvendo (Fig. 2a-c).

**Pupa**

Tem 9 a 11 mm de comprimento e é castanho-escuro; abdómen com duas filas transversais de espinhos curtos e grossos situados dorsalmente dos segmentos 2.º ao 7.º. Os segmentos abdominais 8.º, 9.º e 10.º têm uma única fila de espinhos (Fig. 4).

**Traça**

De 13 a 22 mm de comprimento, a coloração das asas anteriores nos adultos é variável: pode ter tons pardo-acinzentados ou cinzento-acastanhados, com a zona basal bem diferenciada (forma típica) ou ter as asas anteriores castanhas-escuras uniformes, sem campo basal distinto (forma *reaumurana*). Na Madeira, foi ainda encontrada uma forma de cor mostarda mais clara que as outras duas formas, tendo a asa anterior uma coloração mostarda uniforme, sem campo basal distinto (Fig. 5a,b).



Adaptado de: Vázquez et al. (2000)

tudo, de frutos de fagáceas, de castanheiros e, em menor número, de carvalhos e faias, mas também se pode desenvolver nos frutos de nogueiras.

A larva é a forma mais facilmente visível, tendo o desenvolvimento larvar uma duração de aproximadamente 35 a 45 dias. Durante os meses de Outubro a Novembro, no caso da Madeira, as larvas abandonam os frutos para se enterrarem no solo, onde hibernam. Posteriormente, entre Maio e Junho, passam à fase de pupa; depois, em finais Julho-Agosto, dá-se a emergência do adulto. O período de voo dos adultos varia com a latitude. Na Península Ibérica, os adultos voam a partir de inícios de Agosto, geralmente até finais de Outubro, período em que morrem. Na Madeira, os primeiros adultos surgem em meados ou finais de Julho e podem estar presentes até meados de Novembro (Fig. 1).

**Ovo**

São difíceis de observar e encontram-se isolados, geralmente ao longo da nervura principal das folhas, na face superior ou na face inferior, próximos aos ouriços. Dez a 15 dias após a postura, surgem as larvas.

**Larva**

Todo o desenvolvimento larvar ocorre no interior do fruto e geralmente apenas se desenvolve uma larva por fruto. À medida que a larva se vai alimentando escava



galerias deixando os excrementos no seu interior; sinais visíveis da sua presença no fruto (Fig. 2a-c).

A larva abandona a castanha no último instar larvar, dirigindo-se para o solo, onde se enterra e hiberna; a profundidade à qual se enterra é variável, mas pode atingir os 15 cm. Em alternativa, para hibernar, as larvas também podem subir às árvores e procurar abrigo nas irregularidades da casca. Quando está pronta para hibernar, a larva tece um casulo constituído por partículas de terra ligadas por fios de seda, onde vai passar o Inverno (Fig. 3a,b).

### Pupa

De Julho a Agosto, as larvas pupam no interior dos casulos, formando crisálidas, momento no qual vão sofrer metamorfose que resulta na sua transformação em traças (Fig. 4).

### Imago

Os adultos são designados pelo nome de “traças”. São nocturnos. Iniciam o voo ao crepúsculo e permanecem activos até à meia-noite; durante o dia descansam nas folhas das árvores. Os machos vivem mais tempo que as fêmeas. Estas fêmeas depositam os ovos uns dias após atingir a fase adulta. A postura dura de 4 a 5 dias e cada fêmea pode pôr até 300 ovos (Fig. 5a,b).

## 5. MEDIDAS PREVENTIVAS

O bichado, ao passar a maior parte do seu ciclo biológico no interior da castanha ou enterrado no solo, é difícil de combater pelo que, além das medidas de controlo, se torna necessário utilizar, em simultâneo, medidas preventivas que ajudem a limitar o seu desenvolvimento.

Existem várias medidas preventivas que, isoladas ou em conjunto, ajudam a diminuir consideravelmente o tamanho das populações do bichado-da-castanha. Uma das medidas consiste na recolha das castanhas e na destruição dos frutos bichados. Neste caso, a recolha deve realizar-se periodicamente e a destruição dos frutos deve ser o mais cedo possível, de forma a evitar que as larvas

Fig. 2 - Aspecto de uma larva de *Cydia splendana*.

(a) Larva no interior da castanha rodeada por excrementos. (b) Em alguns instares larvares, as lagartas apresentam várias fileiras com pequenas pontuações escuras ao longo do corpo (c).

Fig. 3 - Casulo formado por uma larva de *Cydia splendana*. (a) Aspecto externo do casulo. (b) Larva no interior do casulo.





### Cx. 3 – Medidas preventivas.

- Remover e destruir o mais cedo possível as castanhas atacadas que se encontram no solo.
- Armazenar as castanhas colhidas sobre uma superfície firme como o cimento.
- Em casos de ataques severos, mobilizar superficialmente o solo a uma profundidade entre 10-15 cm, evitando mobilizar a terra nas imediações do tronco.

tenham tempo de abandonar os frutos e de se enterrarem no solo. A remoção dos frutos atacados do solo constitui uma medida sanitária imprescindível para a redução da praga, sendo esta também a medida preventiva mais adequada para aplicar na Madeira. A remoção das castanhas, além de diminuir o tamanho das populações de *Cydia* no ano seguinte, ajuda ainda a limitar o desenvolvimento de outras pragas. Na Madeira, os frutos abandonados, além de serem uma fonte energética para as populações de roedores, são um recurso alimentar ou de abrigo para muitas espécies de insectos prejudiciais às culturas agrícolas. É de todo aconselhável que, após a remoção das castanhas, estas sejam armazenadas sobre uma superfície isolada, como cimento ou similar, para evitar que as larvas se possam enterrar. Em alguns países, os agricultores tiram partido destas larvas, utilizando-as como alimento para aves de capoeira (Cx. 3).

Uma medida preventiva, que pode ser utilizada como medida de controlo, é a mobilização superficial do solo, a uma profundidade de 10-15 cm durante o Inverno ou na Primavera. Quando se adopta esta medida, devem evitar-se as mobilizações nas imediações do tronco das árvores, especialmente em áreas com risco de infecção pela doença-da-tinta (*Phytophthora cinnamomi*). A mobilização do solo expõe os casulos ao rigor do tempo, matando as larvas. Contudo, devido aos riscos inerentes a esta prática (quebra de raízes, risco de infecção por doenças), sempre que possível, deve ser evitada. Na Madeira, esta medida é muito difícil de aplicar porque os castanheiros se encontram maioritariamente em terrenos pedregosos com declives muito acentuados.

Também têm sido utilizadas, ainda que de forma experimental, mas com bons resultados, redes de malha muito fina, colocadas debaixo das árvores. Estas redes são colocadas no solo, antes da recolha dos frutos, por baixo das árvores e cobrindo a área onde irão cair os frutos; as castanhas caídas ficam sobre a rede, facilitando a recolha, quer dos frutos sãos, quer dos frutos atacados, o que impede a passagem das larvas para o solo.

Fig. 4 - Pupa de *Cydia splendana*

Fig. 5 - Adultos de *Cydia splendana*. (a) De coloração cinzenta ou cinzenta-acastanhada correspondente a forma típica. (b) Adulto castanho claro correspondente a forma *reamurana*.





## 6. MÉTODOS DE CONTROLO

### LUTA QUÍMICA: INSECTICIDAS

Em Portugal, a substância activa diflubenzurão está homologada, pelo que, durante a fase de produção de castanhas, insecticidas contendo diflubenzurão podem auxiliar no combate a esta praga. Este insecticida pertence ao grupo dos reguladores de crescimento e actua por ingestão e contacto com o insecto. Porém, na Madeira, o uso de insecticidas, na cultura do castanheiro, não seria viável devido fundamentalmente à dificuldade inerente à sua aplicação, pelo grande porte das árvores e pelas características das parcelas, que, geralmente, se situam em vales profundos e locais de declives pronunciados. Estes factores, além de reduzirem a probabilidade de uma boa aplicação destas substâncias, implicam elevados custos em mão-de-obra. Além dos custos de aplicação e da reduzida eficácia, o uso de insecticidas tem consideráveis efeitos negativos, quer para o ambiente, quer para a saúde. Entre os efeitos negativos mais importantes destacam-se a contaminação de águas superficiais, os riscos para a saúde dos agricultores, o desenvolvimento de resistência da praga ao insecticida e possíveis desequilíbrios causados pela eliminação ou pela morte de outros insectos e invertebrados úteis. É frequente que, como resultado das alterações do equilíbrio biológico, surjam novas pragas, requerendo a aplicação adicional de tratamentos que, de outra forma, poderiam ser evitados. No caso do castanheiro, outras actividades associadas a esta cultura, como a apicultura, seriam negativamente afectadas pela utilização de insecticidas (Cx. 4).

### LUTA BIOLÓGICA

A luta biológica consiste na redução das populações da praga através do uso de inimigos naturais ou auxiliares. Os inimigos naturais também conhecidos como “agentes de controlo biológico” incluem os predadores, os parasitoides e os organismos patogénicos (Cx. 5).

Qualquer fase de desenvolvimento do bichado-da-castanha (ovo, larva, pupa ou adulto) é passível de ser atacada por inimigos naturais. Contudo, a probabilidade de ataque varia consoante a fase da praga. Os ovos ficam pouco tempo expostos, apenas 10 a 15 dias, até à sua eclosão. As larvas e pupas estão protegidas a maior parte do tempo, ou no interior das castanhas, ou no solo. A fase adulta é a mais exposta e tem uma longa duração. Contudo, os adultos são difíceis de controlar devido à sua elevada mo-

#### *Cx. 4 - Efeitos negativos dos insecticidas.*

- Contaminam as águas superficiais.
- Têm riscos para a saúde dos agricultores.
- Promovem a resistência das espécies-alvo aos insecticidas.
- Alteram o equilíbrio biológico.
- Afectam outras actividades associadas às culturas, como a apicultura.

#### *Cx. 5 - Agentes de controlo biológico.*

**Predadores** - Espécies que consomem um número grande de presas.

**Parasitoides** - Espécies cuja fase imatura se desenvolve sobre ou no interior de um insecto hospedeiro para o matar posteriormente. A maioria dos parasitoides utiliza poucos hospedeiros.

**Patógenos** - Incluem as bactérias, os fungos e os vírus que causam doenças ao hospedeiro que matam ou debilitam.





bilidade. Assim, a escolha de inimigos naturais varia consoante a fase do desenvolvimento que se queira atingir.

Estão listadas cerca de 20 espécies, com potencialidade para serem utilizadas como parasitóides de ovos e larvas do bichado-da-castanha. Sendo a fauna da Madeira muito diferente da continental, foi realizada uma prospecção sobre os possíveis predadores e parasitóides do bichado nesta ilha. Além de se terem encontrado 2 espécies, foi igualmente descoberta uma rica fauna de parasitóides associada ao castanheiro que poderá ser de algum interesse para o controlo do bichado (ver Capítulo 7). Contudo, e apesar de terem sido analisadas largas centenas de larvas, até à data não foram encontradas larvas parasitadas ou doentes que sugerissem alguma vulnerabilidade a estes inimigos naturais.

**Cx. 6 - Compostos que medeiam a comunicação entre insectos.**

**Semioquímicos** - Mensageiros químicos mediadores na comunicação entre insectos.

**Feromonas** - Mensageiros químicos que servem para a comunicação de indivíduos da mesma espécie.

**Aleloquímicos** - Mensageiros químicos que servem para a comunicação de indivíduos de espécies diferentes.

**Alomonas** - Compostos que trazem vantagens às espécies emissoras e desvantagens às espécies receptoras.

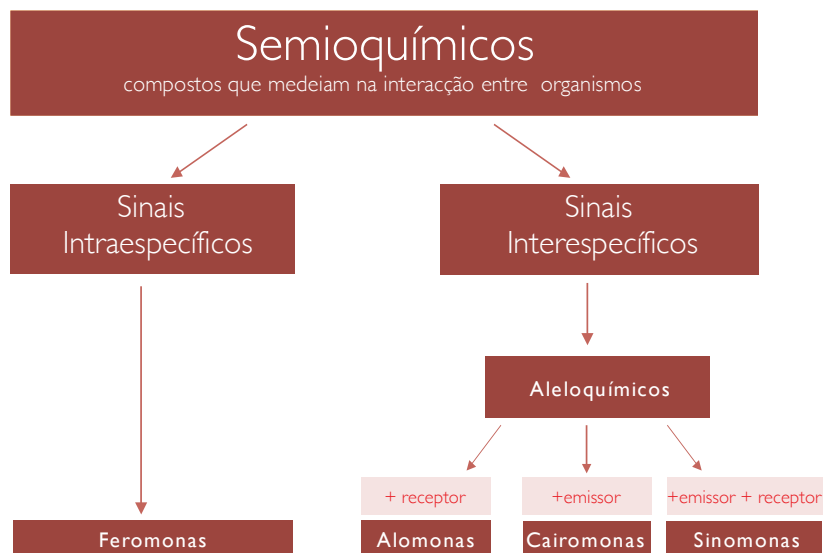
**Cairomonas** - Compostos que trazem vantagens às espécies que recebem o sinal e desvantagens às espécies que o emitem.

**Sinomonas** - Compostos que têm vantagens para ambas as espécies, a emissora e a receptora.

Além dos parasitóides são conhecidos outros organismos patogénicos como o fungo entomopatogénico *Paecilomyces farinosus* (Holm. Gray) que ataca larvas e, crisálidas e nemátodos entomopatogénicos. A partir destes últimos, em Espanha, estão a ser desenvolvidos novos métodos para o combate à praga, tendo por base a utilização de nemátodos, parasitas obrigatórios de insectos, pertencentes aos géneros *Steinernema* e *Heterorhabditis*. Apresentam uma fase juvenil infecciosa que pode ser utilizada como insecticida. Estes nemátodos contêm bactérias tóxicas no intestino que são libertadas quando o nemátode penetra na larva. Após 24-48h, as bactérias matam a larva e o nemátode continua o seu desenvolvimento alimentando-se das larvas mortas. Uma vez consumida a larva, o nemátode ingere as bactérias e volta ao solo até encontrar um novo hospedeiro. Este método, já testado e prestes a ser comercializado na Galiza, está vocacionado para ser usado contra as larvas que passam o Inverno no solo. No entanto, a aplicação de novos agentes de controlo biológico como estes, requer que sejam feitos ensaios prévios de campo no local de utilização para determinar a eficácia e a aplicabilidade do mesmo.

**A LUTA BIOTÉCNICA: AS FEROMONAS E AS CAIROMONAS**

A luta biotécnica baseia-se essencialmente nas propriedades biológicas que um organismo tem e nos estímulos aos quais reage. Geralmente, tem o efeito de atrair, de repelir os organismos prejudiciais ou de provocar alterações comportamentais, ou fisiológicas, de uma maneira bastante específica. Com este método, não se provoca uma destruição directa como nos métodos de luta física ou química.



Na comunicação entre insectos, o papel do olfacto é extremamente complexo, sendo os mensageiros químicos mediadores, denominados semioquímicos. Os mensageiros químicos diferenciam-se consoante sirvam para a comunicação de indivíduos da mesma espécie ou entre espécies diferentes. No primeiro caso, são denominados feromonas, enquanto, no segundo se chamam de aleloquímicos. As feromonas são amplamente utilizadas na luta biotécnica contra o bichado-da-castanha (Fig. 6).

Fig. 6 - Tipos de compostos químicos que intervêm na comunicação entre organismos.

As feromonas são substâncias químicas voláteis emitidas por um indivíduo no ambiente e recebidas por outro da mesma espécie, no qual provocam uma reacção, que pode ter um efeito imediato no comportamento (efeito de *re-leaser*), ou atrasar os aspectos fisiológicos relacionados com o desenvolvimento ou a reprodução (efeito *primer*). As feromonas são classificadas consoante a classe de efeito que induzem e podem ser de vários tipos. No caso particular das feromonas sexuais, estas indicam que uma fêmea está pronta para o acasalamento (Cx. 6).

Devido aos problemas que representam os insecticidas químicos, a luta biotécnica, com base essencialmente em feromonas sexuais, é o método actual mais eficaz para o combate contra o bichado. Entre as vantagens que as feromonas apresentam, destaca-se o facto de não serem prejudiciais à fauna associada e ainda minimizarem a necessidade da utilização de insecticidas tóxicos. As fe-



### **Cx. 7 - Vantagens da utilização das feromonas.**

- Não representam riscos para o equilíbrio biológico.
- Minimizam a necessidade da utilização de insecticidas tóxicos.
- São completamente seguras para o Homem e para o ambiente.
- Não produzem resíduos.
- Os custos associados são muito competitivos.
- Os riscos de familiarização são limitados.
- As intervenções podem ser reagrupadas consoante a força de trabalho disponível.

romonas sexuais são substâncias específicas da espécie-alvo, daí que, embora atraíam esporadicamente exemplares de outras espécies, estes são em número reduzido, não representando riscos para o equilíbrio biológico. Além de serem completamente seguras para o Homem e para o ambiente, pois são inócuas, não produzem resíduos; têm ainda outras vantagens como, por exemplo, o facto de poderem ser adquiridas a custos muito competitivos, terem riscos de familiarização limitados e apresentarem a facilidade de serem reagrupadas as intervenções consoante a força de trabalho disponível (Cx. 7).

Apesar dos resultados satisfatórios obtidos até à data com feromonas no controlo do bichado-da-castanha na Madeira, há algumas limitações que dificultam a sua aplicação, como o facto de poderem ser tratadas apenas superfícies pequenas, o grande tamanho das árvores, as encostas elevadas e inclinadas, nas quais se encontram os soutos, e o elevado número de soutos abandonados.

## **7. LUTA BIOTÉCNICA COM FEROMONAS SEXUAIS**

Utilizam-se feromonas de síntese similares às produzidas pelas fêmeas. Basicamente, o processo consiste na atracção dos machos. O macho, ao detectar a feromona, inicia o voo contra o vento, seguindo os rastros da fragrância da feromona, com movimentos em zig-zag. O resultado é a redução do número de acasalamentos e como consequência a diminuição do número de larvas (Fig. 7). No caso do bichado, as feromonas sexuais têm sido utilizadas em vários países como Espanha, França e Itália, em dois métodos com objectivos diferentes: a monitorização, na detecção e no acompanhamento das populações da praga e a confusão sexual no controlo, tendo sido utilizados ambos de forma experimental na Madeira (Cx. 8).

### **Cx. 8 - Usos das feromonas sexuais no controlo do bichado.**

- Detecção e monitorização.
- Confusão sexual ou *mating disruption*.
- Desorientação sexual ou *sexual disorientation*.

As feromonas sexuais no bichado são produzidas pelas fêmeas virgens em quantidades da ordem de nanogramas, através de glândulas especiais (Fig. 8). A produção acontece de forma descontínua durante determinados momentos do dia, mais frequentemente ao pôr-do-sol e nas primeiras horas de escuridão. As moléculas voláteis libertadas no ar são detectadas pelos machos mesmo a grandes distancias, através das suas sensilas olfactivas. O estímulo olfactivo inicial, de natureza nervosa, é traduzido num estímulo motor que induz o macho a voar para a fonte de emissão, com o intuito de realizar o acasalamento (Fig. 9).



As feromonas sexuais são constituídas por misturas de substâncias em proporções diferentes, que variam de acordo com as espécies, sendo que cada uma delas transmite uma mensagem específica que chega apenas aos machos daquela espécie. A proporção de cada componente da mistura é importante, pois, a mesma substância pode actuar como atractivo ou como repelente. A feromona sexual de *Cydia splendana* consiste na combinação de duas substâncias químicas. Embora a produção de uma feromona seja um processo bastante dispendioso, a utilização das substâncias activas que formam uma feromona é economicamente rentável, desde que sejam utilizadas em quantidades minúsculas. Actualmente, são comercializadas feromonas para a maioria das traças e besouros que constituem pragas economicamente importantes.

Fig. 7 - Método de controlo com feromonas.

Fig. 8 - Glândula produtora da feromona sexual numa fêmea de *Cydia*.

Fig. 9 - A fêmea emite uma feromona volátil que é percebida pelo macho da mesma espécie a uma grande distância que pode variar de dezenas a centenas de metros. O macho encontra o rasto odoroso (pluma) da feromona sexual e segue-o até atingir a fonte da fragrância.

### MONITORIZAÇÃO COM FEROMONAS SEXUAIS

A monitorização consiste na detecção e no acompanhamento das populações da praga com o objectivo de determinar a altura e o tipo de tratamentos apropriados. As feromonas são colocadas em armadilhas com fundos pegajosos para a captura dos adultos (machos). Os machos são atraídos pela feromona sexual até à armadilha e, enquanto voam, ficam presos nos fundos pegajosos. A inspecção regular das armadilhas permite contar as traças e quantificar as diferenças observadas no número de indivíduos capturados consoante o período.

Este método possibilita ao agricultor tomar decisões sobre a necessidade de aplicação de medidas de



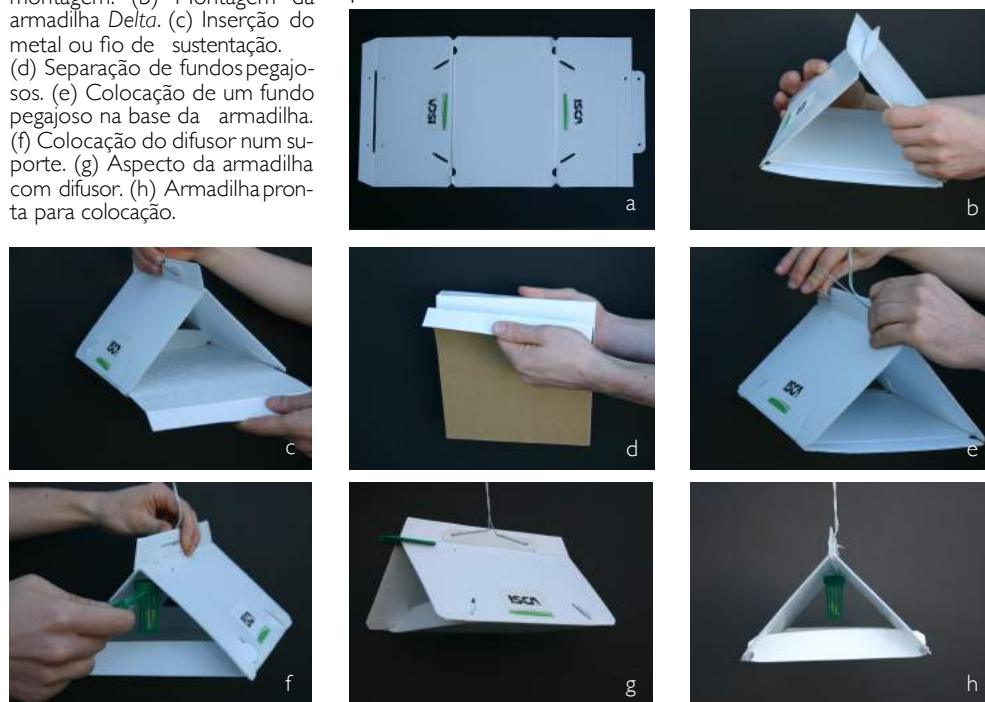
controle, caso o número de indivíduos seja elevado. Para estimativas do nível de ataque além da contagem dos indivíduos capturados nas armadilhas, é necessário também colher amostras de frutos ao acaso.

### Componentes das armadilhas atractivas

O uso de feromonas sexuais para a monitorização do bichado requer três elementos: as feromonas sexuais são comercializadas num invólucro de plástico ou papel, conhecido como difusor; a armadilha consiste geralmente num cartão dobrado em forma de telhado (armadilha *Delta*); um fundo pegajoso encaixa-se na base da armadilha e um suporte para a sustentação da armadilha. Estes componentes variam consideravelmente consoante os fabricantes e, geralmente, têm eficácia diferente, dependendo da forma, da cor e do tamanho da armadilha, e do tipo de difusor e da composição química da feromona (Fig. 10a-h).

A escolha mais adequada da combinação armadilha-feromona consegue-se através de ensaios de campo. Assim, quando se pretendem realizar estudos comparativos entre localidades diferentes para a mesma espécie-alvo, a combinação armadilha-feromona utilizada deve ser sempre a mesma.

Fig. 10 - Componentes das armadilhas. (a) Armadilha antes da montagem. (b) Montagem da armadilha *Delta*. (c) Inserção do metal ou fio de sustentação. (d) Separação de fundos pegajosos. (e) Colocação de um fundo pegajoso na base da armadilha. (f) Colocação do difusor num suporte. (g) Aspecto da armadilha com difusor. (h) Armadilha pronta para colocação.





### As armadilhas *Delta*

As armadilhas que se utilizam com as feromonas sexuais podem ser de vários tipos, mas geralmente utilizam-se armadilhas *Delta*. Estas armadilhas são um dos dispositivos mais populares porque são baratas, fáceis de usar e permitem uma contagem rápida dos indivíduos capturados para o cálculo das estimativas da densidade populacional.

Uma armadilha *Delta* tem forma de triângulo em secção transversal e um fundo amovível de cartão coberto com cola. O difusor é colocado no interior, geralmente na parte superior da armadilha. Em alguns casos, o tecto das armadilhas pode estar cortado nos dois lados para facilitar a entrada dos machos que são atraídos. Estas armadilhas estão disponíveis no mercado e variam geralmente consoante as casas comerciais em tamanho, material e cor (Fig. 10 a-h).

As armadilhas *Delta* podem ser usadas para monitorizar plantações pequenas ou grandes. Geralmente, são de cartão plastificado, resistente à chuva, ou de plástico. Neste caso, desde que retiradas do campo, podem ser utilizadas durante vários anos. As dimensões das armadilhas podem ser diferentes e os fundos variam em dimensão de acordo com o tamanho das armadilhas. Os fundos são colocados interiormente sobre a base da armadilha, ficando protegidos do pó e da humidade de modo a garantir a máxima acção fixadora dos insectos. Com frequência, são necessários mais fundos do que armadilhas, especialmente naqueles casos em que as taxas de infestação são elevadas. Fundos adicionais podem ser comprados separadamente das armadilhas.

Estas armadilhas *Delta* podem ser usadas para adultos de traças até aproximadamente 25 mm de comprimento e numerosos outros insectos voadores. Embora sejam muito eficientes na captura da maioria das espécies de traças, deve ter-se cuidado, quando há noctuídeos grandes em elevado número, porque estes podem saturar os fundos das armadilhas, não sendo capazes de capturar todos os insectos. O mesmo ocorre se o número de insectos a capturar for muito elevado. Além disto, há que tomar especial cuidado em ambientes com pó porque é provável que este reduza a eficiência da cola. Nestes casos, recomenda-se outro tipo de armadilhas como as armadilhas em funil.



Fig. 11 - Alguns tipos de difusores nos quais são comercializadas as feromonas sexuais de *Cydia splendana*. (a) De borracha, com o suporte (b) correspondente. (c) De borracha, com suporte de papel. (e) De papel, com um orifício para pendurar.



### **Cx. 9 - Armazenamento, transporte e uso de feromonas.**

- Siga as instruções do fabricante.
- Evite temperaturas extremas e armazene os difusores na embalagem original, num local fresco, preferencialmente no frigorífico a 5 °C, até serem utilizados.
- Devem ser manuseadas cuidadosamente sem tocar os difusores com as mãos.
- Lave as mãos antes e depois de colocar difusores de espécies diferentes. Restos do atractivo de uma espécie diferente à do difusor podem tomar as feromonas ineficazes, se houver contaminação cruzada.
- Os fundos pegajosos das armadilhas Delta não

### **O difusor de feromonas**

Como está dito, as feromonas, sendo componentes químicas voláteis, para serem eficazes, devem poderser libertadas continuamente com a mesma concentração para que a sua acção permaneça inalterada, durante a maior parte do tempo. De forma a garantir a sua libertação com concentrações similares às produzidas pelas fêmeas, as feromonas são impregnadas num pequeno invólucro geralmente de borracha, plástico ou papel, que tem por função libertar de forma contínua a feromona. Este dispositivo é chamado “difusor” ou simplesmente “isco” (Fig. 11a, d).

Os difusores de feromonas são comercializados em embalagens individuais de folha de alumínio que os protegem até serem colocados nas armadilhas. Os difusores usados para a *Cydia splendana* utilizam feromonas femininas, que só atraem machos, mas, para outras espécies de traça, há atractivos disponíveis para os dois sexos.

Para que os difusores libertem com a maior eficácia as feromonas, deve evitar-se tocar os mesmos com as mãos. Além disso, quando os difusores se tocam directamente com as mãos, é fácil contaminar também as armadilhas e torná-las menos eficazes. Para evitar tais efeitos indesejáveis deve abrir-se o invólucro, no qual são comercializados, e retirar o difusor sem o tocar. No caso de estarem a ser manuseadas feromonas para diferentes espécies, não se devem misturar os fundos utilizados para as diferentes feromonas, visto que, após a utilização, podem ali ficar restos da feromona, suficiente para atrair outras espécies.

### **Armazenamento, transporte e uso de feromonas**

As feromonas são substâncias químicas facilmente alteráveis que devem ser cuidadosamente manipuladas para que se conservem em boas condições. As melhores condições de armazenamento e transporte são a baixas temperaturas, sendo geralmente guardadas no frigorífico, entre 0-5°C, antes de serem utilizadas ou a -20°C, quando se armazenam por um período prolongado (Cx. 9).



## Instalação e cuidado das armadilhas atractivas

### Escolha das feromonas

Uma das primeiras perguntas que surge é saber qual das feromonas comercialmente disponíveis é a mais eficaz. A eficiência de uma feromona varia em função de diversos factores, nomeadamente a sua composição química e o tipo de difusor. As feromonas das várias casas comerciais não têm todas a mesma composição, nem utilizam os mesmos difusores. A isto, há que acrescentar que nem todos os insectos da mesma espécie reagem de idêntica forma perante a mesma mistura de feromonas. As feromonas de populações de insectos geograficamente afastadas ou de populações locais de hospedeiros diferentes podem variar ligeiramente de composição. Devido a todos estes condicionalismos, ao escolher a feromona mais eficaz para uma determinada espécie, é necessário realizar ensaios no campo com as várias feromonas comerciais disponíveis.

Paralelamente, é necessário fazer estimativas das taxas de infestação reais, através de amostragens, ao acaso, dos frutos e da contagem de larvas.

### Quando instalar as armadilhas?

As armadilhas com feromonas deverão ser colocadas no início do período de voo da espécie alvo, imediatamente antes do aparecimento dos primeiros indivíduos, e mantidas no terreno durante todo o período de voo. Contudo, este período varia consoante as condições ambientais de temperatura, podendo flutuar consoante a latitude, a altitude e ainda de ano para ano. Na Madeira, em três anos consecutivos (2004-2006) de monitorização do bichado-da-castanha, observou-se que os adultos aparecem em finais de Julho, embora em número muito reduzido. Assim, o período de colocação inicial das armadilhas deverá ser antes de fins de Julho, suficientemente cedo para capturar os primeiros machos da espécie, até ao fim do período de voo. Este varia, na Madeira, consoante a localidade, sendo em finais de Outubro, no Curral das Freiras e Jardim da Serra, e mais tarde, na Serra de Água.

### Instalação das armadilhas

As armadilhas deverão ser colocadas num ramo da árvore que esteja bem integrado na sua copa, de modo a que o efeito da feromona se difunda por toda a área envolvente. O número de indivíduos capturados varia consoante a altura a que são colocadas as armadilhas em





relação ao nível do solo. Ensaio de campo mostraram que as maiores capturas de *C. splendana* se realizam em armadilhas colocadas a altitudes superiores a 6-7 m pelo que, dependendo da altura das árvores, recomenda-se que as armadilhas sejam suspensas a 6 ou mais metros de altura. Para a fixação das armadilhas, pode utilizar-se um fio para amarrar a armadilha à árvore. Este fio deve, por um lado, garantir que se mantenha no local, durante o período desejado, e, por outro lado, deve permitir que baixe facilmente, quando se pretende proceder à contagem dos insectos e à remoção dos fundos pegajosos (Cx. 10; Fig. 12).

#### **Cx. 10 - Instalação das armadilhas com feromonas para monitorização.**

- Colocar as armadilhas com feromonas no início do período de voo da espécie alvo até ao fim da actividade.
- No momento da colocação, assegurar-se que as armadilhas estão completamente abertas.
- Colocar no fundo da armadilha uma placa autocolante, na qual vão ficar os machos presos.
- Retirar o difusor do invólucro sem tocar, com as mãos e colocá-lo na armadilha, no suporte próprio.
- Colocar as armadilhas perto da copa da árvore, num ramo que esteja bem integrado na sua copa, numa zona protegida do vento.
- Manter entre as armadilhas no mínimo a 20-25 m de distância.
- Mudar periodicamente os difusores, de acordo com as recomendações do fabricante.
- Mudar os fundos pegajosos, à medida que fiquem sujos ou cobertos de traças.

O número de armadilhas a colocar depende da espécie de bichado a combater e, da forma, e características, das parcelas. No caso de *C. splendana*, em áreas uniformes, é suficiente colocar 1 armadilha por 5 hectares para fazer monitorização. Contudo, na Madeira, dado que os terrenos são pequenos e frequentemente em desnível, a densidade por hectare deve ser superior.

Dentro de um mesmo pomar, os insectos capturados podem variar entre armadilhas consoante a localização das mesmas. Assim, de forma a obter resultados comparáveis entre anos, devem ser penduradas as armadilhas todos os anos nos mesmos locais e à mesma altura. Em cada pomar, e independentemente do tamanho da parcela, deverá ser utilizado um mínimo de 2 armadilhas separadas, pelo menos, 20-25 m entre si. As armadilhas devem ser mantidas dentro de cada árvore no mesmo quadrante (ex.no lado nordeste).

As espécies próximas, geralmente, partilham feromonas com as mesmas substâncias activas, embora em proporções diferentes. Para aumentar a eficácia, em cada armadilha devem ser utilizados apenas difusores para uma única espécie. Quando se utilizam simultaneamente no mesmo local feromonas de espécies diferentes, aumenta o risco de contaminação com feromonas de outra espécie, devido ao manuseamento das armadilhas. Assim, é conveniente utilizar armadilhas "testemunha", sem feromonas, para verificar que, de facto, se está a capturar a espécie de insecto que interessa na armadilha pretendida.

#### **Substituição de fundos de armadilhas de difusores**

Os difusores das feromonas, assim como os fundos pegajosos das armadilhas, devem ser mudados periodicamente para manter a sua eficácia. A substituição dos fundos varia consoante as capturas de insectos. Os fundos ficam



facilmente sujos com as escamas que as traças libertam das asas, quando capturadas. Se a superfície dos fundos não é bastante pegajosa, as traças adicionais, não serão apanhadas. O objectivo é manter o mesmo grau de viscosidade na armadilha ao longo da estação. Para isto, é necessário verificar regularmente se os fundos estão em bom estado e substituí-los sempre que necessário. Na Madeira, o número de indivíduos de *C. splendana* capturados por armadilha não é muito elevado nos períodos de máxima abundância, atingindo algumas dezenas de indivíduos por placa semanalmente. Contudo, são capturados muitos indivíduos de um outro tortricídeo, *Selania leplastriana* (Curtis), podendo ser capturadas algumas centenas de indivíduos por placa por semana. Nestes casos, é necessária a substituição dos fundos com maior frequência. O contacto prolongado com o adesivo pode causar irritação, por isso, as mãos devem ser lavadas, quando estiveram em contacto com a cola (Fig. 13).

Os difusores devem ser substituídos, quando não têm feromona suficiente. Como não é perceptível para o agricultor saber a quantidade de feromona que ainda existe no difusor e/ou que está a ser libertada, é muito importante seguir as recomendações do fabricante, que, maioritariamente, recomendam uma substituição periódica em cada 4 ou 5 semanas. Deve ainda ter-se em atenção que a quantidade de feromona que contém o difusor varia consoante o fabricante, podendo a taxa de libertação da mesma também variar em função da temperatura. Normalmente, elevadas temperaturas aumentam a taxa de libertação, reduzindo, consequentemente, a durabilidade da feromona. Nestes casos, pode haver a necessidade de substituir os difusores antes do período recomendado pelo fabricante. O correcto armazenamento dos difusores e o manuseamento são essenciais para garantir a qualidade do produto. Os invólucros ou recipientes do difusor não devem ser nunca abandonados no pomar.

O corpo da armadilha dura todo o período de monitorização e pode ainda ser utilizado em anos consecutivos. Contudo, em cada armadilha deve ser utilizado sempre o mesmo tipo de feromona para evitar os efeitos de possíveis resíduos de feromonas diferentes utilizadas no ano anterior.



Fig. 12 - Colocação de uma armadilha Delta para monitorização.

Fig. 13 - Machos de *Cydia splendana* capturados num fundo pegajoso de uma armadilha Delta.



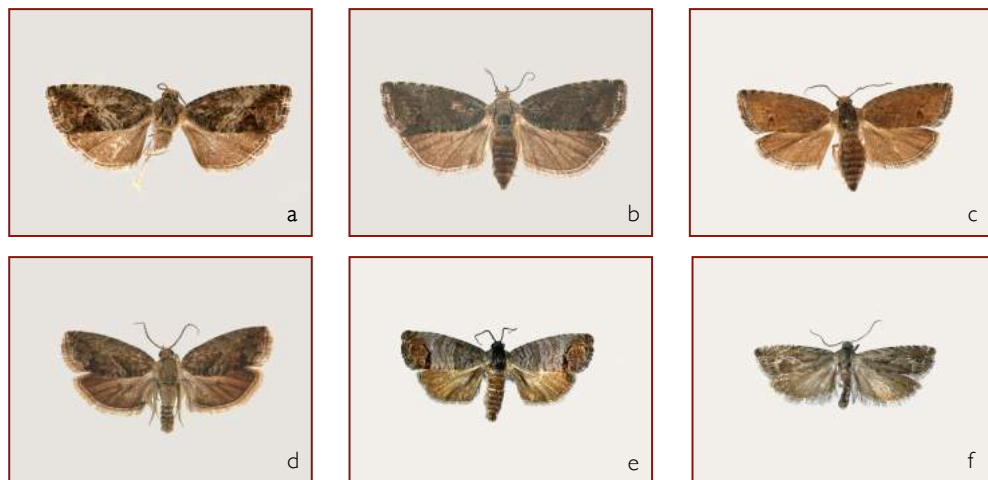


Fig. 14 - Espécies de traças frequentemente capturadas em armadilhas com feromonas de bichado-da-castanha e formas de cor. (a-c) *Cydia splendana*. (d) *C. fagiglandana*. (e) *C. pomonella*. (f) *Selania leplastriana*. Formas de cor de *Cydia splendana*: (b) típica; (c) reaururana; (c) mustarda.

### Identificação dos adultos capturados

Como as espécies próximas, geralmente, partilham as mesmas substâncias activas das feromonas, embora em proporções diferentes, é frequente que numa mesma armadilha, sejam capturadas outras espécies, além da espécie-alvo. Isto, normalmente, não representa um problema, quando as espécies são facilmente distinguíveis, mas é-o, quando são muito similares. Assim, a correcta identificação da espécie-alvo é crucial. Os insectos devem ser identificados logo que possível, pois, ao ficarem colados nos fundos pegajosos, e com o passar do tempo, deterioram-se, tornando-se difícil a sua identificação.

No caso dos tortricídeos carpófagos do castanheiro, as duas espécies de *Cydia*, *C. splendana* e *C. fagiglandana*, são muito similares e as mais difíceis de separar. *Pammene fasciana* pode ser facilmente identificada por ter um tamanho consideravelmente inferior e aparecer, geralmente, antes, passando logo a estar em números baixos, quando as espécies de *Cydia* são capturadas. *Cydia splendana* e *C. fagiglandana* (Fig. 14a-d) co-existem nos mesmos locais e podem ser apanhadas na mesma armadilha. Na Madeira, durante três anos de amostragem com feromonas, apenas foram recolhidas nas armadilhas duas espécies de *Cydia*, *C. splendana* e, por vezes, *C. pomonella* (L). Esta última espécie, embora ataque preferencialmente macieiras, pereiras e outras árvores de fruto, é frequentemente capturada em plantações de castanheiros, principalmente onde há outras árvores de fruto por perto. *Cydia pomonella* (Fig. 14e) é facilmente distinguível de *C. splendana* porque apre-

**Cx. 11 - Chave para a identificação dos tortricídeos recolhidos em armadilhas com feromonas de *C. splendana* na Madeira.**

1. Asas anteriores não sub-retangulares e em repouso não apresentam uma disposição semelhante a um telhado de uma casa.....**Não Tortricidae**  
 - Asas anteriores sub-retangulares; em repouso apresentam uma disposição semelhante a um telhado de uma casa.....**2. Tortricidae**
2. Tamanho das asas anteriores inferior a 6,5 mm. Asas anteriores rectangulares 2,5 vezes mais compridas que largas; comprimento das asas anteriores nos machos entre 5,0-6,3 mm (média=5,5 mm) e largura 1,6-2,2 mm (média=1,9 mm). Espécie muito abundante durante todo o Verão e Outono..... ***Selania leplastriana***  
 - Tamanho das asas anteriores superior a 6,5 mm. Asas anteriores rectangulares cerca de 2 vezes mais compridas que largas; comprimento das asas anteriores nos machos entre 7,5-9,2 mm e largura entre 3,3-4,3 mm .....**3. *Cydia* spp.**
3. Comprimento das asas anteriores nos machos entre 7,5-8,8 mm (média=8,2 mm) e largura entre 3,3-3,8 mm (média=3,5 mm), região terminal das asas posteriores sem duas manchas douradas brilhantes. Espécie muito comum em castanheiros entre Agosto e Outubro.....***Cydia splendana***  
 - Comprimento das asas anteriores nos machos entre 8,6-9,2 mm (média=8,9 mm) e largura entre 3,8-4,3 mm (média=4,1 mm), região terminal das asas posteriores com fundo castanho rodeado de duas manchas douradas brilhantes. Espécie muito pouco frequente em castanheiros, mas comum em soutos próximos de pomares com plantas hospedeiras.....***Cydia pomonella***

senta uma mancha arredondada no extremo superior do primeiro par de asas e tem um tamanho ligeiramente superior (Cx. 11).

Na Madeira, a outra espécie de tortricídeo a reconhecer por ser a mais abundante nas armadilhas com feromonas, ao longo de todo o período em que ocorrem os adultos de bichado, é *Selania leplastriana* (Curtis) (Fig. 14f). Contudo, esta espécie não se confunde com as espécies de *Cydia*, por ser consideravelmente mais pequena e ter as asas anteriores proporcionalmente mais estreitas. Nos casos em que os insectos estão danificados e os caracteres não são facilmente observáveis, torna-se necessário comparar a morfologia das estruturas reprodutoras (genitália), sendo recomendável contactar especialistas dos serviços agrícolas.

### Observação e registo dos resultados

O número de indivíduos capturados durante o período de voo deve ser registado semanalmente, nos casos em que as populações são pequenas e mais frequentemente em pomares com populações grandes (Cx.12). Devem ser registadas as capturas de cada armadilha separadamente, indicando a data em que a armadilha foi colocada, aquela em que os indivíduos dos fundos foram colhidos e o número de indivíduos de *Cydia splendana* capturados.



### Cx. 12 - Monitorização com feromonas sexuais.

- Realizar registos semanais das traças capturadas em cada armadilha durante todo o período de voo.
- Para uma mesma espécie, devem ser colocadas as armadilhas na mesma zona e ao mesmo nível, todos os anos, de forma a obter resultados comparativos.
- Renovar o corpo da armadilha todos os anos para eliminar possíveis efeitos de restos de feromona do ano anterior.
- É conveniente utilizar pelo menos uma armadilha "testemunho" sem feromona para detectar possíveis erros na monitorização.
- No primeiro ano, é conveniente utilizar armadilhas com feromonas para todas as espécies de pragas de Lepidoptera ainda que essas espécies possam ter sido menos abundantes no ano anterior.

É preciso salientar que dentro de uma área, ou áreas muito próximas, a mesma feromona pode apresentar oscilações consideráveis no número de insectos que captura num dado período de tempo. Quando se verificam grandes diferenças entre o número de indivíduos capturados, pode ser indício de que existam factores que estejam a condicionar o normal funcionamento das armadilhas (Cx. 13).

Também é conveniente registar as datas e os tipos de serviços realizados, nomeadamente a substituição de fundos e difusores. Esta informação permite saber se as taxas de infestação vão ser muito intensas e saber qual é a melhor altura para realizar tratamentos adicionais, caso seja necessário. Além disto, temos informação para assegurar o funcionamento da própria armadilha. Se estes pontos são observados, os números de captura a partir de um par de anos podem ser utilizados para fazer a curva de voo da espécie em causa.

### Resultados da monitorização na Madeira

A escassa informação sobre os insectos carpófagos das castanhas, na Madeira, deu lugar a que fosse necessário utilizar feromonas para as três espécies de tortricídeos que vulgarmente atacam os castanheiros: *C. splendana*, *C. fagiglandana* e *P. fasciana*. Contudo, num ensaio realizado nas três áreas de maior expressão do castanheiro: Curral das Freiras, Jardim da Serra e Serra de Água, apenas foram recolhidos indivíduos de *C. splendana*. O estudo dos insectos carpófagos amostrados em mais de 200 kg de castanha durante três anos permitiu apenas encontrar larvas de tortricídeos e excluir a presença de *Curculio elephas*. Na Madeira, os primeiros adultos de *C. splendana* aparecem em meados ou finais de Julho

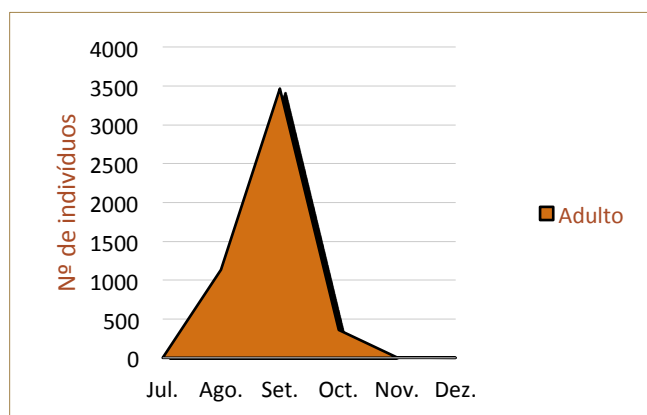


Fig. 15 - Curva de voo de *Cydia splendana* na Madeira obtida em 3 anos de estudo (2004-2006).



e, nalgumas localidades, como a Serra de Água, podem estar presentes até meados de Novembro. No entanto, noutros locais, como o Jardim da Serra e o Curral das Freiras, desaparecem antes (Fig. 15).

De forma a seleccionar as melhores feromonas para *Cydia splendana*, foram experimentadas feromonas de 6 marcas comerciais: Pheronet, Oecos, Isca Technologies, Tomagro, AgriSense e Isagro, durante os anos 2004, 2005 e 2006. No conjunto destes difusores utilizados com o mesmo tipo de armadilha, os que deram melhores resultados foram os comercializados pelas empresas PheroNet, Isagro e Oecos (Fig. 16).

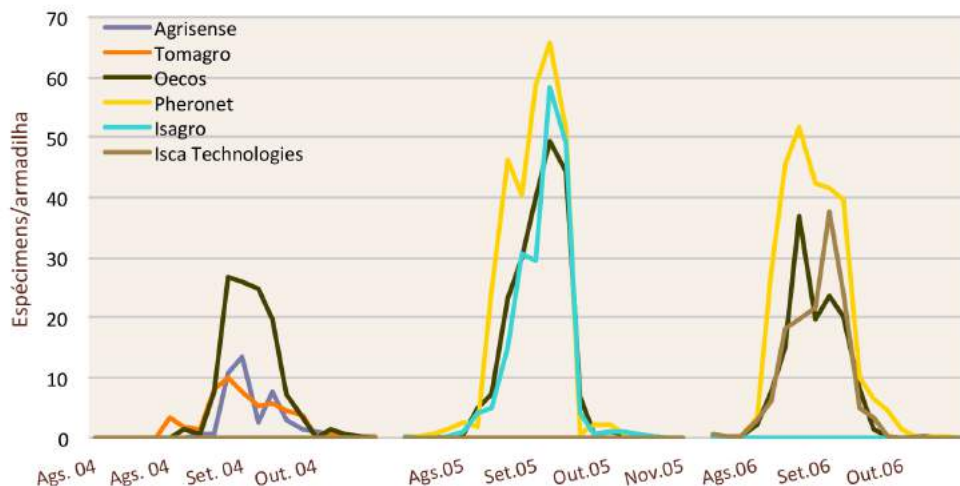
### A TÉCNICA DE CONFUSÃO SEXUAL

A confusão sexual ou *mating disruption* é um método de controlo que consiste na perturbação da atracção dos machos em relação às fêmeas. Esta alteração consegue-se através de um aumento substancial da concentração de feromona sexual no meio envolvente. Devido à elevada concentração de feromona, o ar satura-se e as pequenas quantidades de feromona produzidas pelas fêmeas ficam disfarçadas, impedindo os machos de as localizar. A elevada concentração de feromona cria no ar um tipo de “nuvem” de feromona que dissimula os rastros naturais deixados pelas fêmeas e, em tal situação, os machos não reconhecem os “verdadeiros” rastros das fragrâncias. A perda de sensibilidade dos machos para o chamamento das fêmeas acontece por fadiga das sensilas olfactivas, saturadas pela concentração excessiva de feromona presente no ambiente. Os machos ficam “confusos” e não têm sucesso na busca das fêmeas. O

#### Cx. 13 - Factores que afectam os resultados da monitorização com feromonas.

- A distância do solo à qual são colocadas as armadilhas e a distância entre armadilhas.
- O período do Verão no qual são colocadas as armadilhas.
- A altura do solo à qual são colocadas as armadilhas e a sua posição na árvore.
- O estado da armadilha e o grau de limpeza dos fundos.
- O tipo de difusor e a quantidade de feromona presente.
- As condições ambientais, nomeadamente a temperatura ambiente.
- A temperatura à qual foram armazenados os difusores.

Fig. 16. - Número de indivíduos de *C. splendana* capturados na Madeira com feromonas de seis casas comerciais, nos anos 2004-2006.



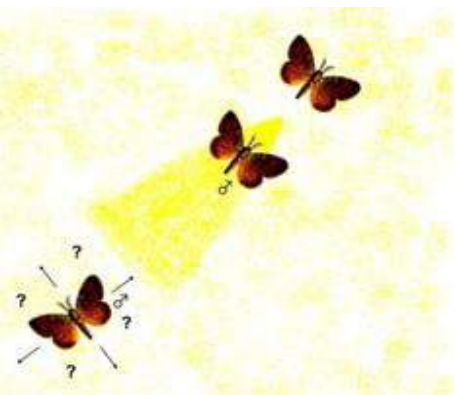


Fig. 17 - A técnica de confusão sexual. Com este método cria-se uma "nuvem" no pomar que "cobre" a mensagem química libertada pelas fêmeas. Os machos ficam "confusos" e não podem localizar as fêmeas.

resultado é uma redução drástica do acasalamento e, por conseguinte, das densidades de larvas e do tamanho das populações na geração seguinte (Fig. 17).

A "nuvem" de feromonas é conseguida utilizando difusores com um elevado conteúdo de feromonas e uma taxa de libertação alta. Nesta técnica, é importante realizar uma distribuição uniforme dos difusores sobre as plantas, particularmente na zona interior-alta da copa, de forma a garantir a uniformização da concentração de feromona. Esta tem a tendência para se mover da parte alta para a parte mais baixa. A não uniformização da feromona possibilita que os machos possam individualizar as fêmeas e acasalar. Os difusores devem aplicar-se antes do começo do período de voo dos adultos. O seu número varia em função do tipo, de um mínimo de 300 para um máximo de 1 000 por hectare. A quantidade de feromona distribuída com estas densidades varia de 120-200 g por hectare, repartida em uma ou duas aplicações. Como método de controlo indirecto, com esta técnica, algumas armadilhas são aplicadas com feromonas de monitorização. Com este método, espera-se que os machos não sejam capazes de detectar estas feromonas e que não capturem indivíduos ou, se o fazem, que estes sejam mínimos.

Este método tem maiores possibilidades de sucesso quando a densidade dos insectos é baixa, nos casos em que os cultivos são homogéneos; quando o porte das plantas é reduzida, quando as áreas são de pelo menos 10-20 hectares e, ainda, melhor quando são superiores a 50 hectares (Cx. 14). Na Europa, a técnica de confusão sexual tem tido bons resultados em várias culturas tradicionais, como a macieira, a vinha e o pessegueiro, entre outras. No caso do bichado, esta técnica tem sido aplicada em vários países europeus.

#### **Cx. 14 - A técnica de confusão sexual é adequada quando:**

- A densidade de insectos é baixa.
- Os cultivos são homogéneos.
- As árvores não têm grandes portes.
- As superfícies não são pequenas, tendo pelo menos 10 ha.
- Outros meios de luta não são suficientes para a limitação da praga, por as populações desta serem muito elevadas, não haver outra solução ou já ocorrer resistência a substâncias activas de luta química.

#### **Resultados da Monitorização na Madeira**

Um dos factores mais frequentes para o insucesso desta técnica é a falha na escolha do momento de aplicação e instalação dos difusores. É imprescindível que esta seja antes do voo dos primeiros insectos, que antecede o acasalamento. As demais limitações estão relacionadas essencialmente com as características das próprias parcelas. Assim, esta técnica não é recomendável para superfícies pequenas, nem quando os níveis de infestação são elevados. Quando as taxas de infestação são elevadas, os machos podem encontrar por acaso as fêmeas e acasalar. A forma das parcelas também é importante.



As parcelas compridas não são adequadas porque as feromonas, ao serem voláteis, movem-se com a corrente de ar e em locais estreitos, com condições de vento normais, não permanecem em quantidades suficientes. Além disso, indivíduos que migram de áreas adjacentes tendem a pousar nos bordos. As áreas estreitas têm uma área de bordadura maior e são mais vulneráveis em relação à área total tratada. Por conseguinte, uma porção maior da colheita permanece em risco perante as fêmeas acasaladas que migram das áreas vizinhas.

Soutos localizados em áreas com ventos fortes e persistentes também não são adequados para esta técnica. O vento dissipará a feromona e a sua concentração não será mantida. Quando os soutos estão em áreas com grandes declives, as feromonas, por serem mais pesadas que o ar, em situações de pouco vento, podem fluir encosta abaixo deixando áreas superiores da cultura desprotegidas (Cx. 15).

### IMPLEMENTAÇÃO DA LUTA BIOTÉCNICA COM FEROMONAS NA MADEIRA: A CONFUSÃO SEXUAL

Em 2006, nesta ilha, mais especificamente na localidade do Curral das Freiras, foi realizado um ensaio de confusão sexual numa parcela de castanheiros com aproximadamente 1 ha. A taxa de infestação, calculada a partir de 3 amostras por árvore, mostrou ataques menos intensos no ensaio (36 %) comparativamente à parcela testemunho (42 %). Porém, as diferenças entre ambas não são significativas. Ainda que os resultados se mostrem promissores, mais ensaios, durante pelo menos três anos consecutivos, são necessários para tomar os seus resultados como credíveis. Contudo, a implementação desta técnica na Madeira levanta problemas práticos importantes, relacionados fundamentalmente com as características estruturais das plantações e a elevada taxa de infestação do bichado (Cx. 15).

Entre as principais dificuldades, salientam-se a não existência de soutos homogêneos, a elevada taxa de infestação do bichado, a pequena dimensão das parcelas, os declives acentuados dos terrenos que têm efeitos profundos, quer na exposição solar do terreno, quer no efeito dos ventos predominantes. O conhecimento das principais características dos soutos é preponderante, quer para a tomada de decisão relativamente ao número de difusores e à distância que deve ser mantida entre estes, quer para, ainda que com menor efeito, calcular a frequência

#### *Cx 15 - Limitações da técnica de confusão sexual.*

- Preferível em áreas não muito pequenas (superiores a 10 ha). Em áreas inferiores também é aplicável, mas fica mais dispendiosa, por requerer maior densidade de difusores de feromona.
- O momento da aplicação deve ser antes do começo de voo da espécie.
- A forma da área da parcela a tratar não deve possuir um interior muito reduzido relativamente à bordadura, como pequenos cantos ou rectângulos com uma largura curta relativamente ao comprimento.
- A taxa de infestação inicial deve ser de baixa a moderada, quando usada como único meio de luta.
- As fêmeas das áreas vizinhas não tratadas podem emigrar e pôr ovos férteis nas áreas tratadas, na bordadura destas parcelas.
- Em locais com temperaturas altas, a emissão da feromona é mais rápida e a vida dos difusores é mais reduzida.
- Nas áreas com ventos altos consistentes e em zonas de intenso declive, o método é mais dispendioso por requerer maior densidade de difusores.





Fig. 18 - Ensaio de confusão sexual realizado na Madeira. (a) Colocação de difusores nas árvores. (b) Difusor colocado numa árvore.

com que estes devem ser renovados. A todos estes factores, acresce ainda o facto de haver soutos abandonados, que representam focos de infestação. A maioria das capturas de indivíduos adultos desta praga realiza-se na parte superior da copa, entre os 4 e os 8 m. No caso particular da Madeira, onde os soutos são constituídos por castanheiros de grande porte, a implementação do método de confusão sexual, nomeadamente a colocação dos difusores pode ser dispendiosa (Fig. 18a,b). Por se tratar de uma técnica susceptível à influência de qualquer um dos factores anteriormente referidos, aconselha-se, para a implementação e a condução, acompanhamento técnico.

### A TÉCNICA DE DESORIENTAÇÃO SEXUAL OU SEGUIMENTO DE FALSOS RASTOS: UMA NOVA POSSIBILIDADE

Ao contrário do método de confusão sexual, que se baseia na emissão de elevadas quantidades de feromonas, na técnica de desorientação, utiliza-se uma fonte de feromona capaz de competir com o chamamento natural das fêmeas. Os difusores utilizados têm reduzidas quantidades de feromonas, mas são aplicados em maior número que no método de confusão sexual, entre 1500 a 2000 por hectare. Estes difusores libertam pequenas quantidades de feromona, mas superiores às quantidades emitidas pelas fêmeas. Na prática, os rastros de feromonas produzidos pelos difusores, também chamados “falsos rastros”, entram em competição com os emitidos de forma natural pelas fêmeas. Deste modo, os machos são atraídos pelos difusores “seguimento de falsos rastros” e desistem da procura das fêmeas. Devido a esta característica, a técnica é chamada de “desorientação sexual.”

Esta nova técnica tem sido utilizada com grande sucesso no controlo de outras espécies de *Cydia*. Contudo, nunca foi aplicada no controlo do bichado-da-castanha. Os bons resultados obtidos até à data sugerem que poderá vir a ser um método aplicado contra o bichado com bastante probabilidade de sucesso. A técnica da desorientação, além de ser mais económica, comparativamente à de confusão sexual, quanto à quantidade de feromona utilizada (menos 50-75% de feromona), adequa-se melhor para ser utilizada em pomares de pequenas dimensões (1 a 10 ha) e em áreas montanhosas. Esta técnica tem também melhores possibilidades de sucesso, quando se satisfazem os mesmos parâmetros indicados para a técnica de confusão sexual (Fig. 19).



## 8. CAIROMONAS

Os aleloquímicos são sinais interespecíficos e incluem cairomonas, alomonas e sinomonas. Uma cairomona é um composto que traz vantagens às espécies que recebem o sinal e desvantagens às espécies que o emitem. Tipicamente, os voláteis produzidos pelas plantas hospedeiras que atraem um insecto praga e permitem que este reconheça a planta hospedeira são definidos como “cairomonas”. Espera-se que estas substâncias voláteis sirvam para atrair particularmente as fêmeas dos insectos.

Recentemente, um composto volátil derivado de peras maduras, o éster de pêra, foi referido como um atractivo eficiente dos adultos (machos e fêmeas) e larvas de *Cydia pomonella*, a principal praga de macieiras e pereiras. Estudos realizados em Itália com armadilhas colocadas em castanheiros cultivados mostraram que este composto atrai quer machos, quer fêmeas de *Cydia splendana*. Ainda que de momento seja desconhecido o mecanismo de acção do éster de pêra nas espécies de tortricídeos dos castanheiros, com base nos resultados promissores obtidos, estão a ser desenvolvidos novos métodos com cairomonas para o controlo desta espécie.

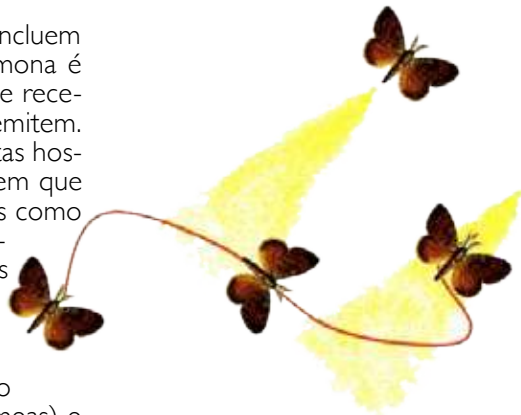


Fig. 19 - A técnica de desorientação sexual ou seguimento de falsos rastros. Utilizando um elevado número de difusores com baixa concentração de feromonas, o rasto das feromonas do difusor de desorientação, também chamado de “falsos rastros”, entra em competição com os produzidos pelas fêmeas.

## 9. PERSPECTIVAS FUTURAS

Nas condições da Madeira, a aplicação de medidas preventivas como a recolha das castanhas atacadas pelo bichado é essencial para diminuir e manter as taxas de infestação em níveis baixos. Contudo, o envelhecimento dos agricultores, a reduzida dimensão das parcelas, o difícil acesso às mesmas e o progressivo abandono da cultura são os factores que mais limitam a aplicação de qualquer programa de controlo do bichado. O sucesso do controlo desta praga dependerá em grande medida da criação de mecanismos que visem evitar o abandono da cultura, promovendo a rentabilização da produção na qual deve ser incluído o aproveitamento de castanhas atacadas pelo bichado, por exemplo, para a produção de farinhas para animais. Paralelamente, pode condicionar-se a recolha de todos os frutos do solo com a atribuição de subsídios para a conversão do castanheiro em modo de produção biológico, que tem tido muita adesão nos últimos anos. Seria igualmente interessante verificar a aplicabilidade de redes para a recolha de frutos e os efeitos na diminuição das taxas de infestação.



Além da recolha dos frutos bichados é de todo o interesse que seja implementada a luta biotécnica através de feromonas sexuais e cairomonas. A esperança é desenvolver, nos próximos anos, métodos biológicos de controlo simples, baseados no uso de feromonas (ou misturas com cairomonas) capazes de diminuir os ataques de *Cydia* para níveis de prejuízos baixos. Na Madeira, seria de todo o interesse determinar qual a reacção, em campo e laboratório, das populações de bichado a misturas de cairomonas (éster de pêra e outras cairomonas obtidas a partir de castanheiros regionais) em conjunto com as feromonas sexuais testadas que têm mostrado os melhores resultados. Em *C. pomonella*, quando o éster de pêra é aplicado sobre a superfície da cultura, as larvas e as fêmeas não conseguem localizar o hospedeiro. Na Madeira, onde as parcelas são pequenas e muitas estão abandonadas, é igualmente importante saber qual é a deslocação dos adultos do bichado através de uma análise da estrutura genética de populações. Deslocações elevadas entre locais teriam efeitos profundos na gestão desta praga.

Entre os métodos de controlo biológico, destacam-se, pelos bons resultados obtidos nos estudos realizados em Espanha, a aplicação de nemátodos entomopatogénicos. Seria necessário identificar os nemátodos entomopatogénicos dos géneros *Heterorhabdites* e *Steinernema* que estão presentes na Madeira e a sua eficácia para o controlo das larvas de bichado. A utilidade de encontrar estirpes locais é evitar o risco de introduzir espécies exóticas, que podem causar importantes impactos negativos. Contudo, a efectividade dos nemátodos não depende apenas do grau de afinidade entre o nemátode e o insecto, mas também do facto das estirpes de nemátodo estarem bem adaptadas às condições ambientais e edáficas da área de aplicação.



## 10. BIBLIOGRAFIA

Aguin-Pombo, D., Arraiol, A., Franquinho Aguiar, A.M., Freitas, E., Angeli, G. (2008). Large infestation of chestnuts by *Cydia* moths in Madeira Island: monitorization of *Cydia splendana* populations with pheromone lures. *Acta Horticulturae* (ISHS) 784:175-180

Angeli, G., Antonaroli, R., Nanni, C., Rama, F. (1997). Prime esperienze di contenimento delle due tortrici del castagno *Cydia fagiglandana* Zel. e *Cydia splendana* Hb., con la tecnica della confusione sessuale. *Informatore Fitopatologico*, 1: 65-70

Angeli, G., Rama, F., Ioriatti, C., Witzgall, P. (1998). Valutazione di trappole e feromoni sessuali per il monitoraggio delle tre cicide del castagno *Pammene fasciana* L., *Cydia fagiglandana* Zel., e *Cydia splendana* Hb. *Atti Giornate Fitopatologiche*, 287-292

Faria J., Pontes, T., Aguin-Pombo, D., Franquinho Aguiar, A.M., Horta Lopes, D., Cabrera, R. (2006). Non-harvest chestnut fruits as a resource for rodents and insects in Madeira. *II Congresso Ibérico do Castanheiro*, 19-20 Junho, Trás-os-Montes, Portugal. In: Abreu, C., Gomes-Laranjo, J., Peixoto, F. (eds): *II Congresso Ibérico do Castanheiro*, pp. 67-72

Picoaga, A., Abelleira, A., Mansilla, J.P. (2006). Primeros estudios de la diversidad y persistencia de nematodos entomopatógenos en suelos de castaño en Galicia. *II Congresso Ibérico do Castanheiro*, 19-20 Junho, Trás-os-Montes, Portugal. In: Abreu, C., Gomes-Laranjo, J., Peixoto, F. (eds): *II Congresso Ibérico do Castanheiro*, pp. 244-249

Schmidt, S., Anfora, G., Ioriatti, C., Germinara, G.S., Rotundo, G., De Cristofaro, A. (2007). Biological activity of ethyl (E,Z)-2,4-decadienoate on different tortricid species: electrophysiological responses and field tests. *Environmental Entomology*, 36 (5): 1025-1031

Vázquez, J.P.M., Otero, R.P., Varela, C.P., Corral, C.S., Vázquez, C.I. (2000). Plagas y enfermedades del castaño en Galicia. Xunta de Galicia. Consellería de Agricultura, Ganadería e Política Agro-alimentaria, 93 pp.

Witzgall, P. (2001). Pheromones – future techniques for insect control? *IOBC/WPRS Bulletin* 24 (2): 114-122